

Pengembangan Modul *Shell And Tube Heat Exchanger Trainer***PENGEMBANGAN MODUL *SHELL AND TUBE HEAT EXCHANGER TRAINER* UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR MATA KULIAH PERPINDAHAN PANAS PADA MAHASISWA S1 TEKNIK MESIN UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA****Alfian Agus Nur Pratama**

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: alfianpratama2@mhs.unesa.ac.id**I Made Arsana**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: madearsana@unesa.ac.id**Abstrak**

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh belum tersedianya perangkat pembelajaran berupa modul dan kompetensi praktikum dalam silabus mata kuliah perpindahan panas yang secara khusus digunakan untuk mempelajari perpindahan panas konveksi paksa pada unit *Shell and Tube Heat Exchanger Trainer*. Selain itu, metode pembelajaran yang diterapkan masih bersifat konvensional dimana dalam penerapannya metode tersebut dianggap kurang mampu untuk membantu peserta didik menguasai kompetensi sesuai dengan yang diharapkan. Oleh karena itu, peneliti ingin mengembangkan sebuah perangkat pembelajaran berupa modul yang di desain secara inovatif sebagai penunjang mata kuliah perpindahan panas khususnya untuk kompetensi perpindahan panas konveksi paksa. Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan. Subjek penelitian adalah mahasiswa S1 Teknik Mesin yang telah memprogram mata kuliah Perpindahan Panas pada semester ganjil 2018-2019. Model yang digunakan dalam pengembangan perangkat pembelajaran modul ini adalah 4-D Model. Analisis data menggunakan metode deskriptif dengan menggunakan pendekatan kuantitatif. Instrumen penelitian yang digunakan untuk mengumpulkan data adalah lembar *pre-test* dan *post-test*. Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil belajar mahasiswa mengalami peningkatan dengan rata-rata persentase sebesar 56%.

Kata Kunci : Modul Perpindahan Panas Konveksi *Shell and Tube Heat Exchanger Trainer* dan Hasil Belajar.

Abstract

This research is motivated by the unavailability of learning tools in the form of modules and practical competencies in the heat transfer syllabus specifically used to study forced convection heat transfer in the Shell and Tube Heat Exchanger Trainer unit. In addition, the learning method applied is still conventional in that the application of the method is considered to be less capable of helping students master competencies as expected. Therefore, researchers want to develop a learning device in the form of modules that are designed innovatively to support heat transfer courses specifically for forced convection heat transfer competencies. This type of research is development research. The research subjects were S1 Mechanical Engineering students who had programed the Heat Transfer courses in odd semester 2018-2019. The model used in the development of learning modules is the 4-D Model. Data analysis using descriptive methods using a quantitative approach. The research instrument used to collect data was the pre-test and post-test sheets. Based on the results of the research that has been done, it is found that student learning outcomes have increased with an average percentage of 56%.

Keywords: *Shell and Tube Heat Exchanger Trainer Convection Heat Transfer Module and Learning Outcomes.*

PENDAHULUAN

Sesuai fungsi pendidikan nasional seperti yang dinyatakan dalam Undang-Undang Republik Indonesia No. 20 tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional (UUSPN) adalah mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa. Tujuan pendidikan untuk mengembangkan potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung

jawab. Dunia pendidikan memberikan pengaruh paling penting dalam mencerdaskan kehidupan suatu bangsa. Hal ini dapat dilihat dari perkembangan dunia pendidikan yang cepat. Bila dirunut kebelakang, apa yang mendasari cepatnya perkembangan dunia pendidikan itu sendiri tidak lepas dari sumber-sumber pembelajaran, baik berupa buku maupun internet. Banyak buku-buku berkualitas diterbitkan, termasuk modul-modul pembelajaran. Para pendidik saling berlomba untuk membuat modul-modul pembelajaran yang sesuai dengan materi yang akan disampaikan. Semua itu tak lepas untuk mempermudah pemahaman siswa terhadap materi serta untuk tercapainya fungsi pendidikan nasional.

Universitas Negeri Surabaya merupakan salah satu lembaga pendidikan tinggi di Indonesia yang turut mendukung terselenggaranya pendidikan yang bermutu dengan menghasilkan tenaga pendidik, baik untuk pendidikan prasekolah, pendidikan dasar maupun pendidikan menengah yang berkualitas. Jurusan Teknik Mesin merupakan salah satu jurusan yang dimiliki oleh Universitas Negeri Surabaya. Di Jurusan Teknik Mesin terdapat beberapa mata kuliah wajib yang harus ditempuh oleh semua mahasiswa, baik S1 Pendidikan Teknik Mesin, S1 Teknik Mesin maupun D3 Teknik Mesin. Mata kuliah Perpindahan Panas menjadi salah satu dari beberapa mata kuliah wajib yang harus ditempuh oleh semua mahasiswa S1 Teknik Mesin.

Dalam pelaksanaan kegiatan belajar mengajar mata kuliah Perpindahan Panas selama ini, pembelajaran masih bersifat monoton dan membosankan. Dalam pembelajaran, pengajar menyampaikan materi dengan cepat dan menggunakan metode yang kurang bervariasi. Meskipun pelaksanaan pembelajaran sudah memaksimalkan fasilitas yang ada dan pembelajaran berpusat pada mahasiswa, namun jika tidak diimbangi dengan referensi yang mempunyai validitas tinggi berdasarkan pengalaman di lapangan/bengkel/industri yang tersusun secara terstruktur dan sistematis akan membuat mahasiswa merasa tidak tertarik dalam mengikuti pembelajaran, mahasiswa menjadi kurang termotivasi atau bersemangat dalam belajar sehingga kegiatan belajar mengajar akan terasa membosankan.

Kenyataan yang ada justru respon mahasiswa selama mengikuti proses pembelajaran tidak seperti yang diharapkan, hal ini diketahui saat pengajar menyampaikan materi, mahasiswa yang berada di belakang melakukan kegiatan sendiri, berbicara dengan teman dan bermain *Hand Phone*, serta sesekali terdengar mahasiswa menyatakan keinginannya untuk segera mengakhiri pembelajaran. Sebelum mengikuti pembelajaran, mahasiswa tidak membaca terlebih dahulu materi yang akan dipelajari, akibatnya mahasiswa merasa kesulitan dalam memahami materi, banyak ditemukan kendala-kendala yang dihadapi oleh mahasiswa dalam mempelajari konsep-konsep dan suatu prosedur, mengingat latar belakang pendidikan mahasiswa yang heterogen, yaitu berlatar belakang lulusan SMK/MAK dan SMA/MA. Padahal mata kuliah Perpindahan Panas merupakan salah satu mata kuliah wajib yang harus ditempuh mahasiswa S1 Teknik Mesin yang berlatar belakang pendidikan SMA/MA maupun SMK/MAK di luar jurusan teknik, sehingga perlu dilakukan pembelajaran dari awal, khususnya mengenai teori pengenalan Perpindahan Panas supaya tingkat kompetensi pebelajar dapat seimbang dan merata secara maksimal.

Pada dasarnya tujuan yang ingin dicapai dalam mata kuliah Perpindahan Panas ini adalah mahasiswa mampu memahami kompetensi perpindahan panas yang terbagi dalam 4 kategori yaitu, konduktivitas termal, konveksi termal, radiasi termal dan perpindahan panas melalui perubahan fasa. Berdasarkan tujuan pembelajaran tersebut dosen pengampu Perpindahan Panas tertantang

untuk berupaya secara maksimal dalam peningkatan kualitas pembelajaran.

Salah satu tolak ukur kualitas proses dan hasil belajar adalah nilai akhir dari suatu mata kuliah. Berdasarkan arsip nilai akhir semester mahasiswa di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Unesa, dapat diketahui bahwa hasil belajar mata kuliah Perpindahan Panas tiga tahun terakhir dapat dijelaskan pada tabel berikut :

Tabel 1 Nilai mata kuliah Perpindahan Panas mahasiswa prodi S1 Teknik Mesin UNESA semester gasal tahun ajaran 2015/2016, semester gasal tahun ajaran 2016/2017, dan semester gasal tahun ajaran 2017/2018

Nilai	Semester Gasal 2015/2016		Semester Gasal 2016/2017		Semester Gasal 2017/2018	
	Jumlah Mahasiswa	Persentase (%)	Jumlah Mahasiswa	Persentase (%)	Jumlah Mahasiswa	Persentase (%)
A	0	0%	2	8%	0	0%
A-	8	29,63%	2	8%	2	8%
B+	14	51,85%	8	32%	3	12%
B	2	7,41%	6	24%	8	32%
B-	1	3,70%	7	28%	8	32%
C+	0	0%	0	0%	3	12%
C	0	0%	0	0%	0	0%
C-	0	0%	0	0%	0	0%
D	0	0%	0	0%	0	0%
E	2	3,70%	0	0%	1	4%
Total	27	100%	25	100%	25	100%

Sumber: Dokumentasi Jurusan Teknik Mesin UNESA

Dapat dijabarkan dari data tabel di atas hasil belajar mahasiswa S1 Teknik Mesin UNESA tiga tahun ajaran terakhir yaitu semester gasal 2015/2016, semester gasal 2016/2017, dan semester gasal 2017/2018 dengan jumlah mahasiswa secara berturut-turut 27, 25, dan 25 persentase yang mendapat nilai ≥ 80 yaitu, 29,63%, 8%, dan 8%. Sesuai dengan data nilai mata kuliah Perpindahan Panas di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa hasil belajar yang dicapai oleh mahasiswa bisa dikatakan belum maksimal, hal ini dibuktikan dengan hasil belajar 3 tahun terakhir persentase 8% untuk perolehan nilai A. Hal tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor sehingga mahasiswa masih belum bisa mendapatkan nilai yang maksimal.

Menurut hasil refleksi dari tim mata kuliah Perpindahan Panas, indikator ketidaktercapaian tujuan pembelajaran tersebut disebabkan oleh beberapa faktor, seperti keterbatasan sumber daya yang tersedia, model pembelajaran yang masih didominasi model ceramah, interaksi antara pengajar dan pebelajar yang masih kurang, kondisi kelas yang kurang kondusif dan kurangnya perangkat pembelajaran, seperti belum tersedianya media belajar secara tertulis baik dalam bentuk buku ajar maupun modul. Kenyataan tersebut merupakan suatu tantangan bagi tim dosen dan seluruh pihak yang terkait, khususnya pada mata kuliah Perpindahan Panas di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya, untuk berupaya secara maksimal dalam meningkatkan kualitas

pembelajaran. Oleh sebab itu, perlu dilakukan restrukturisasi proses belajar mengajar (PBM).

Ada beberapa hal yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas proses dan hasil pembelajaran, diantaranya adalah dengan penerapan metode dan pendekatan pembelajaran tertentu, penyediaan media pembelajaran seperti peningkatan peralatan dan perlengkapan praktik, penyediaan buku ajar, penyusunan modul dan lain-lain.

Pembelajaran dengan modul pada dasarnya merupakan pendekatan pembelajaran mandiri yang berfokuskan penguasaan kompetensi dari bahan kajian yang dipelajari pembelajar dengan waktu tertentu sesuai dengan potensi dan kondisinya. Modul juga memiliki beberapa kelebihan, diantaranya adalah sebagai berikut :

- Modul membuat tujuan pembelajaran jelas, spesifik dan dapat dicapai oleh pembelajar lebih terarah untuk mencapai kompetensi atau kemampuan yang diajarkan dengan mudah dan langsung.
- Modul memberikan balikan (*feedback*) yang banyak dan langsung, sehingga pembelajar dapat mengetahui taraf ketuntasan hasil belajarnya.
- Modul dapat digunakan sebagai perbedaan kemampuan pembelajar, antara lain mengenai kecepatan belajar, cara belajar dan bahan pelajaran.

Laboratorium perpindahan panas memiliki 1 unit *Shell and Tube Heat Exchanger Trainer*, dimana seharusnya trainer tersebut digunakan untuk mempelajari proses Perpindahan Panas konveksi paksa. Namun dalam penggunaannya dianggap kurang efektif jika digunakan dalam proses pembelajaran, sehingga diperlukan modul yang dapat mendukung unit *Shell and Tube Heat Exchanger Trainer* yang sudah ada.

Keberhasilan penggunaan modul dapat dilihat dari penelitian sebelumnya. Berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Arsana dan Ariyanto (2016) “Pengembangan Modul *Radiator Trainer* Sebagai Penunjang Mata Kuliah Perpindahan Panas Mahasiswa D-III Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya” menunjukkan terjadinya peningkatan hasil belajar sebesar 93% pada setiap mahasiswa setelah menggunakan modul.

Hal senada dalam penelitian yang dilakukan Apriliasari dan Arsana (2016) “Pengembangan Modul *Oil Cooler Trainer* Untuk Menunjang Perkuliahan Perpindahan Panas Mahasiswa D3 Teknik Mesin Unesa” ditunjukkan oleh hasil validasi modul yang dilakukan oleh dosen ahli yaitu tergolong sangat valid dengan rata-rata keseluruhan aspek komponen sebesar 4,51 % serta hasil respon mahasiswa sebesar 82% dengan kategori “Sangat Baik”.

Memperkuat lagi, Arsana dan Devi (2015), melakukan penelitian “Pengembangan Modul *Wire and Tube Heat Exchanger* Untuk Menunjang Perkuliahan Perpindahan Panas Mahasiswa S1 Pendidikan Teknik Mesin Unesa” mendapatkan hasil validasi dosen ahli dengan total nilai rata – rata 4,39 % dengan kategori “Sangat Layak”, respon yang diberikan oleh mahasiswa pada tiap – tiap point yaitu penilaian point 1 sebesar 100% memilih menarik, penilaian point 2 sebesar 90%

memilih menarik, penilaian point 3 sebesar 60% memilih menarik, penilaian point 4 sebesar 100% memilih menarik, penilaian point 5 sebesar 80% memilih ya, penilaian point 6 sebesar 94% memilih ya, penilaian point 7 sebesar 60% memilih ya, dan penilaian point 8 sebesar 80% memilih ya. Dengan demikian dapat disimpulkan pengembangan modul ini sangat membantu mahasiswa dalam meningkatkan hasil belajar dan pemahaman pada materi konveksi bebas *Wire And Tube Heat Exchanger* mata kuliah perpindahan panas.

Merujuk dari beberapa hasil penelitian di atas maka dapat diketahui bahwa perangkat pembelajaran berupa modul dinilai lebih mudah dipelajari oleh mahasiswa secara mandiri baik di dalam maupun di luar kelas. Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang “Pengembangan Modul *Shell And Tube Heat Exchanger Trainer* Sebagai Penunjang Mata Kuliah Perpindahan Panas Mahasiswa S1 Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya”.

Identifikasi Masalah

Sesuai dengan latar belakang dan masalah diatas yang dapat diidentifikasi sebagai berikut :

- Mahasiswa merasa kesulitan dalam memahami materi Perpindahan Panas yang disampaikan oleh dosen pengajar.
- Tingkat kemandirian dan motivasi belajar mahasiswa masih rendah sehingga mempengaruhi hasil belajar mahasiswa.
- Belum tersedianya perangkat pembelajaran yang digunakan sebagai penunjang mata kuliah perpindahan panas, khususnya perangkat pembelajaran berupa “Modul Perpindahan Panas Konveksi *Shell And Tube Heat Exchanger Trainer*”.
- Kurang maksimalnya pemanfaatan sarana dan prasarana yang ada di Laboratorium perpindahan panas.
- Diperlukannya media pembelajaran yang mendukung kemudahan Mahasiswa dalam belajar.

Batasan Masalah

Agar dalam pembahasan tidak meluas, dengan disebabkan keterbatasan waktu, biaya, dan tenaga, maka dalam penelitian ini diberikan batasan masalah sebagai berikut:

- Media pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah Modul *Shell and Tube Heat Exchanger Trainer*.
- Materi modul pembelajaran hanya sebatas pemahaman perpindahan panas konveksi pada *Shell And Tube Heat Exchanger Trainer* sesuai kompetensi pada mata kuliah Perpindahan Panas.
- Subjek penelitian adalah mahasiswa S1 Teknik Mesin sebanyak 15 orang mahasiswa yang telah memprogram mata kuliah Perpindahan Panas pada semester ganjil tahun ajaran 2018/2019.
- Penerapan modul dilakukan di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.

Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang masalah di atas, maka muncul rumusan masalah sebagai berikut:

- Bagaimana hasil belajar mahasiswa pada mata kuliah Perpindahan Panas setelah mengikuti pembelajaran dengan menggunakan Modul *Shell And Tube Heat Exchanger Trainer* ?

Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan yang ingin dicapai peneliti adalah:

- Mengetahui hasil belajar mahasiswa pada mata kuliah Perpindahan Panas setelah mengikuti pembelajaran dengan menggunakan Modul *Shell And Tube Heat Exchanger Trainer*.

Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah:

- Dihasilkan Modul *Shell And Tube Heat Exchanger Trainer* untuk meningkatkan kualitas proses dan hasil pembelajaran pada mata kuliah Perpindahan Panas.
- Modul digunakan sebagai panduan dosen dan mahasiswa dalam melakukan praktik mempelajari Perpindahan Panas.
- Sebagai alternatif dalam menangani kurangnya referensi yang ada pada mata kuliah Perpindahan Panas.
- Memberikan kontribusi terhadap pengembangan pembelajaran di Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya.

METODE

Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian yang berbentuk pengembangan (*research and development*). Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model 4-D. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran berupa modul berdasarkan uji coba untuk kemudian divalidasi hingga menghasilkan perangkat pembelajaran yang layak pakai.

Waktu dan Tempat Penelitian :

- **Waktu**
Penelitian pengembangan (*research and development*) ini dilaksanakan pada semester ganjil 2018-2019.
- **Tempat**
Penelitian pengembangan (*research and development*) ini dilaksanakan di Laboratorium Perpindahan Panas Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya (UNESA).

Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian dalam melakukan pengembangan modul ini adalah model 4-D. Model pengembangan ini memiliki 4 tahapan, yaitu *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan), dan *Disseminate* (penyebaran). Namun

dalam penelitian ini dilakukan modifikasi sehingga penelitian pengembangan ini hanya sampai pada langkah *Develop* (pengembangan), sedangkan langkah *Disseminate* (penyebaran) dilaksanakan pada semester berikutnya oleh peneliti selanjutnya.

Model Pengembangan perangkat 4D yang dikembangkan oleh Sivasailam Thiagarajan (1974) Terdiri dari 4 Tahapan pengembangan ialah:

- *Define* (Pendefinisian)
- *Design* (Perancangan)
- *Develop* (Pengembangan)
- *Disseminate* (Penyebaran)

Instrumen Penelitian

Instrumen dalam penelitian ini yang digunakan meliputi antara lain

- Lembar *pre-test* dan *post-test*

Teknik Analisis Data

Analisis Hasil Belajar Mahasiswa

Perolehan hasil belajar mahasiswa (*post-test*) merupakan akumulasi dari hasil belajar afektif, kognitif dan psikomotor dengan persentase afektif 10%, kognitif 20% dan psikomotor 70%. Sehingga nilai akhir (*post test*) mahasiswa diperoleh dengan rumus (Fransiska, 2013:38):

$$N. A = (Afektif \times 10\%) + (Kognitif \times 20\%) + (Psikomotor \times 70\%)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian

Pada penelitian pengembangan ini dihasilkan modul pembelajaran yang berjudul Pengembangan Modul *Shell and Tube Heat Exchanger Trainer* Sebagai Penunjang Mata Kuliah Perpindahan Panas Mahasiswa S1 Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya. Deskripsi data yang disajikan dari hasil penelitian ini adalah data yang diperoleh di lapangan terkait modul *Shell and Tube Heat Exchanger Trainer* sendiri. Hal ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas modul yang dikembangkan dalam pembelajaran dengan *pre-test* dan *post-test*. Data yang dianalisis dalam penelitian pengembangan ini adalah data hasil belajar mahasiswa. Data yang diambil ini sebagai tolak ukur modul *Shell and Tube Heat Exchanger Trainer* untuk media pembelajaran pada mata kuliah Perpindahan Panas Mahasiswa S1 Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya.

• Data hasil belajar mahasiswa

Hasil belajar mahasiswa dengan cara membandingkan antara hasil *pre-test* dan *post-test*. *Pre-test* diujikan pada mahasiswa sebelum menggunakan modul dan *post-test* diujikan setelah menggunakan modul dengan standar nilai kelulusan ≥ 75 . Penilaian *post-test* dibagi dalam 3 aspek yaitu afektif, kognitif, dan psikomotor. (Nana Sudjana 2009)

Dalam aspek afektif terdapat 3 sikap yang dinilai yaitu sikap responsif, kerjasama, dan proaktif.

Pada aspek kognitif penilaiannya dari evaluasi pembelajaran. Sedangkan penilaian aspek psikomotor dilakukan pada saat melakukan praktikum.

Tabel 2 Data hasil *pre-test*

No.	NIM	Nilai	Keterangan
1	17050754057	65	Belum Tuntas
2	17050754058	60	Belum Tuntas
3	17050754059	55	Belum Tuntas
4	17050754060	70	Belum Tuntas
5	17050754061	55	Belum Tuntas
6	17050754062	65	Belum Tuntas
7	17050754063	60	Belum Tuntas
8	17050754064	70	Belum Tuntas
9	17050754065	50	Belum Tuntas
10	17050754067	60	Belum Tuntas
11	17050754068	50	Belum Tuntas
12	17050754070	55	Belum Tuntas
13	17050754071	55	Belum Tuntas
14	17050754072	60	Belum Tuntas
15	17050754073	60	Belum Tuntas
Jumlah		890	Belum Tuntas

Tabel 3 Hasil penilaian afektif

No	NIM	Aspek			Rata-rata
		Responsif	Kerjasama	Proaktif	
1	17050754057	100	100	100	100
2	17050754058	100	100	100	100
3	17050754059	85	100	100	95
4	17050754060	75	100	100	92
5	17050754061	75	100	100	92
6	17050754062	85	100	100	95
7	17050754063	100	75	100	92
8	17050754064	75	100	100	92
9	17050754065	75	100	100	92
10	17050754067	75	100	100	92
11	17050754068	100	75	85	87
12	17050754070	100	100	100	100
13	17050754071	75	100	100	92
14	17050754072	100	100	100	100
15	17050754073	100	75	100	92
Jumlah		1335	1425	1485	1413

Tabel 4 Hasil penilaian kognitif dan psikomotor

No	NIM	Nilai Kognitif	Nilai Psikomotor
1	17050754057	98	93
2	17050754058	100	90
3	17050754059	98	94
4	17050754060	90	92
5	17050754061	97	88
6	17050754062	92	97
7	17050754063	95	92
8	17050754064	93	88
9	17050754065	92	93
10	17050754067	94	89
11	17050754068	75	91
12	17050754070	92	91
13	17050754071	93	92
14	17050754072	92	90
15	17050754073	87	90
Jumlah		1388	1370

Tabel 5 Hasil penilaian *post-test*

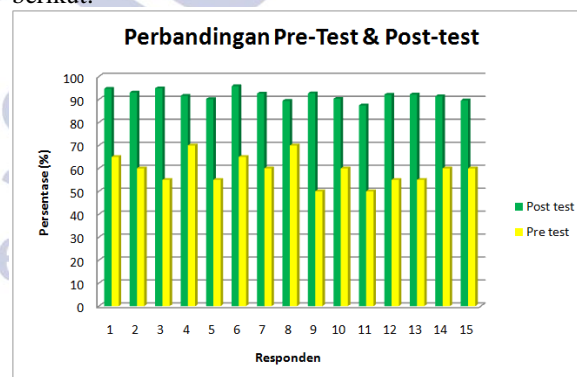
No	NIM	Aspek			N.A.	Keterangan
		Afektif (10%)	Kognitif (20%)	Psikomotor (70%)		
1	17050754057	10	19.6	65.1	94.7	Tuntas
2	17050754058	10	20	63	93	Tuntas
3	17050754059	9.5	19.6	65.8	94.9	Tuntas
4	17050754060	9.2	18	64.4	91.6	Tuntas
5	17050754061	9.2	19.4	61.6	90.2	Tuntas
6	17050754062	9.5	18.4	67.9	95.8	Tuntas
7	17050754063	9.2	19	64.4	92.6	Tuntas
8	17050754064	9.2	18.6	61.6	89.4	Tuntas
9	17050754065	9.2	18.4	65.1	92.7	Tuntas
10	17050754067	9.2	18.8	62.3	90.3	Tuntas
11	17050754068	8.7	15	63.7	87.4	Tuntas
12	17050754070	10	18.4	63.7	92.1	Tuntas
13	17050754071	9.2	18.6	64.4	92.2	Tuntas
14	17050754072	10	18.4	63	91.4	Tuntas
15	17050754073	9.2	17.4	63	89.6	Tuntas
Jumlah		141.3	277.6	959	1377.9	Tuntas

Pembahasan

Pada penelitian pengembangan modul pembelajaran *Shell And Tube Heat Exchanger Trainer* pada Mata Kuliah Perpindahan Panas akan dibahas sebagai berikut:

• Hasil Belajar Mahasiswa

Berdasarkan hasil belajar mahasiswa sebelum menggunakan modul (*pre-test*) didapatkan hasil penilaian belajar masih dibawah KKM (Kriteria Kelulusan Minimal) ≥ 75 . Hal tersebut sesuai dengan tabel 4.5, dari 15 mahasiswa belum ada satupun yang masuk kategori tuntas. Apabila dibandingkan dengan hasil belajar akhir setelah menggunakan modul (*post-test*) terdapat peningkatan hasil belajar. Adapun tampilan grafik hasil respon mahasiswa sebagai berikut:



Gambar 1 Grafik Perbandingan *Pre-test* dan *Post-test*

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang terdapat dalam pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Hasil belajar mahasiswa setelah mengikuti pembelajaran dengan “Modul *Shell and Tube Heat Exchanger Trainer*” terdapat peningkatan dengan

bukti dari hasil perbandingan nilai *pre-test* dan *post-test* dengan nilai peningkatan rata-rata sebesar 56% dari seluruh mahasiswa.

Saran

Berdasarkan simpulan diatas, maka disarankan sebagai berikut:

- Modul *Shell and Tube Heat Exchanger Trainer* yang dikembangkan pada mata kuliah perpindahan panas sudah dikategorikan valid Oleh karena itu, modul tersebut dapat digunakan untuk mata kuliah perpindahan panas pada angkatan selanjutnya.
- Penelitian ini masih belum sempurna, oleh karena itu diharapkan apabila modul tersebut akan disebarluaskan, hendaknya perlu dikembangkan lagi lebih lanjut dan dilakukan uji coba secara luas.
- Pada penelitian selanjutnya diharapkan melakukan penyebaran diluar instansi agar bisa menjadi pembanding dan dilakukan uji efektivitas penggunaan modul terhadap pengaruh nilai mahasiswa.

DAFTAR PUSTAKA

Apriliasari, Agista Yoso; Arsana, I Made. 2016. *Pengembangan Modul Oil Cooler Trainer Untuk Menunjang Perkuliahan Perpindahan Panas Mahasiswa D3 Teknik Mesin Unesa*. JPTM Vol. 05 No. 01, pp 72-79.

Ariyanto, Sudirman Rizki; Arsana, I Made. 2016. *Pengembangan Modul Radiator trainer sebagai Penunjang Mata Kuliah Perpindahan Panas Mahasiswa D-III Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya*. JPTM Vol. 05 No. 01, pp 28-33.

Buku Pedoman Penulisan Skripsi Program S1 Universitas Negeri Surabaya. 2014. Surabaya : JTPM FT Unesa.

Devi, Ni Komang&Arsana, I Made. 2015. *Pengembangan Modul Wire and Tube Heat Exchanger Untuk Menunjang Perkuliahan Perpindahan Panas Mahasiswa S1 Pendidikan*

Republik Indonesia. 2003. Undang-undang No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional. Jakarta.

Sudjana, Nana. 2009. *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung : PT. Remaja Rosdakarya.

Thiagarajan, Sivasailam, Semmel, Dorothy S., Semmel, Melvyn I. 1974. *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children*. Bloomington, Indiana: Indiana University.